

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

P. V. n° 118.596

N° 1.534.535

SERVICE

Classification internationale :

G 11 c 11/00

de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

Dispositif d'enregistrement magnétique à pistes distinctes et son procédé de fabrication.

Société dite : HONEYWELL INC. résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 22 août 1967, à 15^h 22^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 17 juin 1968.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 30 du 26 juillet 1968.)

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 22 août 1966, sous le n° 574.147, au nom de M. John Harry KEFALAS.)



La présente invention se rapporte à un dispositif magnétique d'emmagasinage d'information et en particulier à des enregistrements magnétiques sur des pistes distinctes, ainsi qu'à ses procédés de fabrication.

Un dispositif d'emmagasinage magnétique selon la présente invention est agencé de manière à comporter au moins une région d'emmagasinage magnétique présentant un axe d'aimantation préféré et comprenant un substrat non magnétique, et au moins un filament mince de matière magnétique déposé sur ce substrat dans chacune de ces régions d'emmagasinage, de manière à s'étendre le long de cet axe respectif, chaque filament étant agencé de manière à présenter une faible largeur, perpendiculairement à l'axe, de façon à s'opposer à toute aimantation autre que celle se produisant suivant l'axe préféré.

Dans l'agencement préféré, le dispositif d'emmagasinage magnétique contient un enregistrement à « pistes distinctes ».

Un milieu d'enregistrement magnétique peut être caractérisé comme contenant un enregistrement à « pistes distinctes » lorsqu'il présente un certain nombre de bandes semblables de matière d'enregistrement magnétique, qui s'étendent parallèlement à un axe de lecture ou d'enregistrement, et le long desquelles des transducteurs d'enregistrement (et/ou de lecture) doivent fonctionner. Ces bandes sont séparées par des zones non magnétiques dont la largeur dépend, d'une manière classique, des contraintes de mise en position des transducteurs des pistes. On a proposé des enregistrements à pistes distinctes comme un moyen permettant d'accroître les « tolérances de remise en position de la tête » dans un enregistrement numérique à saturation. Par suite, la largeur des pistes d'enregistrement a été déterminée, d'une manière typique, suivant la densité de pistes voulue et l'erreur maximale admissible de remise en position d'une tête. La présente invention, au contraire, comporte des pistes d'en-

registrement filamenteuses étroites dans lesquelles les bandes constituant les pistes distinctes présentent une largeur faible « anisotrope » qui ne dépend pas des contraintes de positionnement du transducteur. Par exemple, lorsqu'il n'y a pas de difficultés concernant des erreurs de remise en position d'une tête, les spécialistes ont préféré, jusqu'à présent, des surfaces d'enregistrement magnétiques continues et non distinctes, ce qui n'est pas le cas pour les enregistrements magnétiques suivant la présente invention. Plus particulièrement, le mode de réalisation préféré se rapporte à une configuration d'enregistrement formée par des filaments dans laquelle la largeur de la bande ou du filament est fonction de la longueur de bit enregistré choisie, de manière à réaliser une anisotropie magnétique de forme le long de chaque piste. Les zones séparant les pistes peuvent être suffisamment larges pour permettre des erreurs de mise en position ou des erreurs analogues, à volonté, mais, autrement, on les maintient aussi petites que possible, de manière à ce qu'elles suffisent uniquement pour former, entre les pistes, un trajet isolant à réticence élevée. Cet anisotropie se traduit d'une manière avantageuse par une direction préférée (« préférentielle ») d'aimantation le long de la piste.

Dans tout enregistrement magnétique, qu'il soit continu ou qu'il soit à pistes distinctes, un bit magnétique enregistré (domaines de bit alignés) est altéré (par exemple « maculé ») dans une mesure plus ou moins importante par les champs magnétiques voisins. Par exemple, des phénomènes d'interférences entre des bits voisins tendent à désaimanter au moins une partie du domaine d'un bit, en réduisant la netteté et l'intensité du signal de lecture qui en provient. De tels phénomènes d'interférences sont considérablement réduits en formant les bandes magnétiques des pistes selon la présente invention, de manière que leur largeur filamenteuse soit faible

pour réduire cette désaimantation à l'intérieur de chaque domaine de bit, en rendant la bande aussi étroite que possible (dans des limites de tension de lecture acceptables) de manière à se rapprocher le plus possible de la largeur d'un seul domaine unidirectionnel. Par exemple, un enregistrement magnétique peut avoir à répondre à certaines exigences (c'est-à-dire un minimum de densité de bits, ce qui, à son tour, fixe la longueur de bit maximale acceptable, le champ coercitif étant également prescrit) et, par suite, réaliser une largeur de bande (ou « largeur effective », comme expliqué plus loin) qui est inférieure à un maximum prescrit pour améliorer ainsi nettement la définition du signal. Inversement, en prescrivant une réduction prédéterminée de la largeur des pistes, on peut rendre plus facile un accroissement important de la densité des bits, compatible cependant avec le maintien d'une lecture satisfaisante.

Cependant, pour certaines applications d'enregistrement magnétique à densité élevée, en particulier lorsqu'on ne peut admettre que très peu « d'interférences entre bits voisins », la largeur prescrite des bandes d'enregistrement devient étroite au point de réduire la tension de lecture bien en dessous de niveaux acceptables. Pour de telles applications, on peut réaliser, d'une manière très avantageuse, une configuration de pistes modifiée « à filaments multiples ». Comme expliqué en détail plus loin, une telle configuration présente une série de filaments espacés parallèles de largeur minimale en travers de chaque zone de piste nominale. Une telle piste à filaments multiples apporte une réponse efficace au dilemme de savoir comment réduire la quantité de matière magnétique sur la largeur d'une bande tout en conservant suffisamment de matière (aimantée) pour conserver un niveau de tension de lecture satisfaisant.

On a également trouvé que les pistes filamentaires réduisent considérablement la distorsion par déviation (défaut d'alignement des domaines) et la dispersion dans un enregistrement magnétique. Une réduction importante de la largeur de la bande assure un accroissement marqué de la densité des bits sans aucune aggravation sensible des défauts d'alignement des bits, les autres facteurs, tels que « la désaimantation en épaisseur », etc. étant maintenus, bien entendu, à l'intérieur de certaines limites. Par exemple, avec certaines matières magnétiques « dures » (champ coercitif), (par exemple de 250 oersteds environ), la simple division d'une bande de piste d'une largeur de 0,5 mm en deux bandes de 0,25 mm, séparées par un intervalle minuscule, double pratiquement la densité de bits possible (par exemple de 800 bits/cm jusqu'à 1 200 à 1 600 bits/cm). On a trouvé que, pour un grand nombre de matériaux « doux » (faible champ coercitif, par exemple de quelques oersteds) une

telle largeur de bande doit être maintenue en dessous de la moitié environ de la longueur de bit (c'est-à-dire l'inverse de la densité de bits), tandis que pour un grand nombre de matières « dures » (par exemple quelques centaines d'oersteds), la largeur de la bande doit être beaucoup plus grande (par exemple de l'ordre de dix fois).

La configuration à filaments multiples introduit également des champs démagnétisants importants entre les filaments qui sont utiles pour s'opposer à la distorsion par déviation. Il en résulte que les spécialistes se rendront compte que la densité de bits d'un enregistrement magnétique individuel peut être considérablement accrue en utilisant de telles pistes à filaments multiples sans sacrifier la qualité de l'enregistrement ; et que, inversement, l'intensité du signal de lecture peut être considérablement améliorée pour des densités de bits plus élevées.

Les intervalles séparant les filaments, bien que minuscules, servent également à réduire le bruit « résiduel » et « la diaphonie ». De plus, en réduisant de cette manière les interférences entre les bits voisins et la distorsion par déviation, les filaments à largeur anisotrope de la présente invention permettent d'utiliser des bandes plus épaisses (comportant un dépôt) donnant un signal de sortie plus intense, en dépit de l'accroissement de désaimantation en épaisseur qui en résulte. Une telle désaimantation en épaisseur a causé quelques soucis dans la technique et limite l'épaisseur d'une pellicule magnétique, en particulier pour effectuer des enregistrements sur des matériaux « doux » qui, par suite, sont susceptibles de déformer considérablement par déviation. De ce fait, la présente invention permet de donner aux bandes une épaisseur accrue afin d'obtenir des signaux de lecture plus intenses, en particulier pour les matières à « faible H_c ».

Les spécialistes se rendront compte des avantages considérables, du point de vue magnétique qui proviennent des enseignements de la présente invention et qui rendent beaucoup plus pratiques les enregistrements sur pistes distinctes, par exemple en utilisant l'agencement de pistes à filaments multiples précité. Mais, de plus, une telle construction à filaments multiples des caractéristiques mécaniques avantageuses, telles que, par exemple, pour le contact entre le transducteur et la piste, l'introduction d'intervalles entre les filaments en travers d'une piste d'enregistrement formant des canaux qui peuvent servir à assurer un débit de fluide avantageux, par exemple l'« effet de support par air » souvent recherché. On a trouvé que de tels canaux peuvent être constitués par des régions à intervalles rainurés ou bien, en variante, des régions filamentaires creux disposées entre des intervalles « en relief » non magnétiques verticaux. Dans l'un et l'autre cas, des gorges parallèles de canalisation

de l'air sont formées le long de chaque filament et fournissent une pellicule de support par air qui aide à supporter et à « lubrifier » le transducteur qui passe au-dessus. Lorsque les pistes filamenteuses sont disposées dans des gorges formées entre des intervalles en relief, comme indiqué plus haut, on se rend compte que les pistes sont ainsi également protégées mécaniquement contre tout dégât dû aux chocs, par exemple avec la tête du transducteur.

Lorsqu'on dépose, par un procédé non électrolytique, des pellicules métalliques sur des substrats non métalliques, tels que des bandes en polymères, il est classique de commencer par soumettre le substrat à un processus de décapage ou un processus correspondant pour obtenir des caractéristiques d'adhérence satisfaisantes. Cependant, un tel décapage est impossible dans le cas de dépôts distincts, du fait que les produits de décapage suppriment les revêtements colloïdaux (par exemple une émulsion photographique) qui sont utilisés, d'une manière caractéristique, pour former la configuration du dépôt. Par suite, on a besoin, dans la technique, d'un procédé de dépôt non électrolytique permettant d'obtenir une adhérence sans traitement de décapage, en particulier pour déposer des configurations distinctes. La présente invention permet de satisfaire ce besoin, et enseigne l'utilisation d'un nouveau substrat enduit de gel qui supprime la nécessité d'un tel décapage. La présente invention se rapporte également à des procédés de dépôt non électrolytiques qui permettent d'utiliser des émulsions photosensibles et qui facilitent la formation pratique de dépôts distincts non électrolytiques, en particulier sur des substrats en matière plastique non mouillants. De ce fait, suivant une autre caractéristique de la présente invention, celle-ci fournit une technique de dépôt non électrique perfectionnée permettant de déposer, d'une manière très efficace, des configurations, telles que les filaments distincts de pistes précitées, directement sur un substrat non métallique, même l'un de ceux qui sont difficiles à recouvrir d'un dépôt, tel qu'une bande lisse et souple de polyester, tel que du téréphtalate de polyalkylène (par exemple du « Mylar » fabriqué par Dupont). Plus particulièrement, on utilise un substrat enduit d'un colloïde en l'attaquant d'un manière très simple et très précise par un procédé photographique pour déposer ensuite, sous électrolyse, la configuration de filaments distincts par des procédés qui donnent une définition très fine et une souplesse pratiquement sans limite pour choisir des configurations de dépôt. De plus on peut réaliser un support d'enregistrement magnétique comportant une série de couches superposées d'une même matière magnétique séparées par des pellicules épaisses de matière non magnétique d'une épaisseur supérieure à celle qui permet « un couplage

magnétique ».

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention ressortiront au cours de la description détaillée qui va suivre, faite en regard des dessins annexés et donnant, à titre explicatif mais nullement limitatif, plusieurs formes de réalisation conformes à l'invention. Sur ces dessins, dans lesquels des références numériques semblables indiquent des éléments semblables.

Sur ces dessins :

La figure 1 représente une vue en perspective schématique considérablement simplifiée d'un support d'enregistrement magnétique pourvu de pistes d'enregistrement magnétique selon un mode de réalisation préféré de la présente invention ;

La figure 2A est une vue en plan, considérablement agrandie, d'une partie d'un support d'enregistrement tel que celui de la figure 1, mais quelque peu modifié et représentant un autre mode de réalisation préféré ;

La figure 2B est une coupe idéale de la partie de support d'enregistrement de la figure 2A ;

La figure 2C est une vue en plan schématique représentant deux pistes d'enregistrement semblables à celle de la figure 1, suivant un autre mode de réalisation ;

La figure 3A est une vue en plan schématique d'une partie d'une des pistes de la figure 2A ;

La figure 3B est une vue qui représente, d'une manière idéale et à une échelle considérablement agrandie l'un des filaments de la figure 3A et qui indique, d'une manière vectorielle idéale, une disposition possible de domaines d'aimantation à l'intérieur de ce filament ;

La figure 4 est une coupe schématique à travers une partie du support d'enregistrement magnétique à pistes distinctes de la figure 1 ; et

La figure 5 est une coupe schématique d'un mode de réalisation du support d'enregistrement semblable à celui de la figure 1, mais quelque peu modifié.

On décrira le mode de réalisation préféré, à savoir un support d'enregistrement magnétique à pistes distinctes, en particulier ci-après, en considérant des procédés de dépôt sans électrolyse préférés destinés à le former, ainsi que sa structure représentée sur les figures 1 à 5.

On choisit un substrat non métallique préféré constitué par une bande de pellicule en polymère et, plus particulièrement, le substrat est constitué par une bande comportant une base formée par une pellicule de polyester à chaîne moléculaire linéaire saturée enduite d'un colloïde perméable à l'eau, sur lequel on peut déposer, par un électrolytique, une couche magnétique mince. Il est préférable d'utiliser, comme base, une pellicule de téréphtalate de poly (alkylène), en particulier de téréphtalate de polyéthylène qu'on peut trouver sous les noms de « Mylar » et « Cronar » (qui sont tous les deux des noms commerciaux, et ces pellicules sont fabriquées toutes les deux

par « Dupont »). On peut également utiliser « l'Estar » ou « T-16 » (fabriqués par Kodak), chaque bande de base étant enduite d'un gel ou d'un autre colloïde perméable à l'eau suivant ses caractéristiques. De telles bases formées par des pellicules en polymère sont, du point de vue mécanique, résistantes et imperméables et présentent des dimensions stables et, sous de nombreuses formes, elles sont tout à fait translucides et, par suite, elles peuvent être utilisées optiquement. Un grand nombre de ces pellicules en polymère ne sont pas mouillantes et, dans ce cas, présentent des avantages particuliers grâce aux dépôts de l'enduit colloïdal précité. Des pellicules en polymère non mouillantes qui présentent également ces avantages sont l'acétate de cellulose, le chlorure de polyvinyle, l'acétate de polyvinyle, le chlorure de polyvinylidène, le polyacrylonitrile, le copolymère de composés monomères composé principalement des polymères mentionnés ci-dessus, d'autres polyesters analogues au téréphtalate de polyéthylène et des dérivés modifiés de ceux-ci, ainsi qu'une base en étoffe, en papier, etc. imprégnée ou enduite de résines non mouillantes telles que celles mentionnées ci-dessus.

La pellicule en polymère de base est enduite d'un colloïde relativement dur et perméable à l'eau, en particulier un gel ou une substance semblable, avant de l'introduire dans la chaîne de dépôt non électrolytique. De tels enduits colloïdaux sont particulièrement avantageux sur les pellicules non mouillantes mentionnées ci-dessus par le fait qu'ils facilitent des dépôts satisfaisants et adhérents sur celles-ci.

Pour les dépôts non électrolytiques décrits, par exemple, on a trouvé qu'il est tout à fait satisfaisant d'utiliser certaines pellicules « photographiques » enduites d'un gel, qu'on trouve dans le commerce, telles que des pellicules de base « Cronar » avec un sous-enduit transparent (fabriquées par Dupont) par exemple : C-41 ; COS-7, « Cronar » Ortho-S litho Film, qui, jusqu'à présent, n'étaient utilisés que pour des travaux photographiques. On a trouvé, comme décrit en détail plus loin que certaines caractéristiques des pellicules enduites de gel les rendent plus réceptives pour les dépôts non électrolytiques. On peut utiliser une pellicule relativement mince constituée par une bande de base en polyester enduite, sur le « côté dépôt », d'un gel ou d'un colloïde dur et perméable à l'eau semblable. Le gel doit être suffisamment dur, de manière à ne pas se dissoudre facilement dans les bains de trempage préparant le dépôt et dans les bains de dépôt. D'autres colloïdes se présenteront d'eux-mêmes aux spécialistes, y compris l'alcool polyvinylique, le chlorure de vinyle, l'acétate de vinyle, les gels à base de cellulose, etc. Il est préférable, dans les exemples qui vont suivre, de maintenir l'épaisseur du gel enduit, ou de tout

autre colloïde perméable à l'eau, à une valeur inférieure à 12,5 microns, ainsi que pour les processus de dépôt correspondants. On a observé que des épaisseurs plus grandes donnent une adhérence qui n'est pas satisfaisante. On pense que l'une des raisons d'une telle limitation d'épaisseur réside dans les faibles résistances à la traction et au cisaillement qui sont caractéristiques de ces gels. De ce fait, les gels n'assurent une bonne « adhérence à la surface de séparation » que lorsqu'ils sont enfermés entre des feuilles adhérentes (c'est-à-dire la bande en polymère relativement résistante et la pellicule de métal déposée) de manière à ne présenter qu'une épaisseur très faible entre elles par rapport à leurs longueurs.

On verra que la présente invention est utile pour former des dépôts non électrolytiques de pellicules métalliques minces sur des pellicules en polymères ou d'autres substrats non métalliques sur lesquels on a appliqué un enduit colloïdal tel que ceux qui ont été mentionnés. Par exemple, on a obtenu un succès considérable, comme on le verra plus loin, en réalisant des dépôts non électrolytiques d'enduits magnétiques minces (par exemple cobalt-nickel) sur des pellicules de téréphtalate de polyéthylène enduites d'un gel. Comme noté plus loin, les bains de dépôt non électrolytique typiques et le substrat enduit d'un gel devant recevoir le dépôt sont harmonisés dans le processus préféré lorsque cela est nécessaire, de sorte qu'aucun d'entre eux ne nuit aux caractéristiques de fonctionnement de l'autre. Par exemple, la composition, la température, la durée d'immersion etc. dans les divers bains de dépôt, de préparation à un dépôt et suivant le dépôt doivent être spécifiées pour assurer que le gel ne soit pas complètement détruit, ou bien, inversement, il faut spécifier le gel de manière qu'il soit relativement insoluble dans ces bains.

Au contraire de la pratique acceptée autrefois, on a trouvé que de tels substrats munis de gel n'ont pas besoin d'être décapés avant d'être plongés dans des bains de dépôt non électrolytique. Un tel décapage consiste d'habitude à mettre en contact la surface de dépôt avec un agent caustique, tel qu'une solution d'hydrate d'un métal alcalin, pour la dépolir, l'hydrolyser, etc. Bien qu'on puisse, à volonté, et, dans certains cas, utiliser de tels traitements préalables de décapage avec des substrats comportant des gels selon la présente invention, il importe de noter qu'ils ne sont jamais obligatoires. Cependant, on obtient une adhérence, une résistance à l'usure, etc. supérieures d'une manière surprenante dans les enduits en métal qu'on y dépose d'une manière non électrolytique, ces enduits tant même supérieurs aux enduits déposés par des procédés non électrolytiques de la technique antérieure qui utilisent des traitements préalables

d décapage courants.

Il sera évident, pour les spécialistes, que le fait de supprimer le décapage est à la fois nouveau et très avantageux. Un avantage relativement inattendu cependant, est le fait qu ceci permet d'utiliser des sur-revêtements photosensibles sur des substrats ayant reçu des dépôts non électrolytiques et, par suite, de produire des configurations d'enduits magnétiques distinctes. C'est-à-dire qu'on a trouvé qu'il était possible de former un sur-revêtement sur des substrats de tels enduits formés par des gels avec une émulsion photosensible relativement classique, par exemple une émulsion contenant des composés d'argent photosensibles et d'y développer des configurations formant des configurations distinctes de dépôts non électrolytiques. Plus particulièrement, à l'aide de ce nouveau procédé, il est possible de régler les points où une telle pellicule reçoit un dépôt non électrolytique suivant que les composés d'argent sont laissés sur la surface munie du gel ou non. De plus, de tels substrats enduits d'un gel peuvent recevoir des dépôts non électrolytiques de manière à présenter une résistance aux rayures considérablement améliorée, d'une valeur élevée inattendue, lorsque la pellicule du substrat est préparée suivant un traitement de décapage prescrit.

A titre d'exemple, on décrit des procédés particuliers pour former des dépôts sur divers substrats enduits dans les exemples 1 à 3 ci-dessous. Cependant, il va de soi que les descriptions sont destinées non pas à limiter la présente invention aux procédés précis, aux conditions, aux ingrédients ou aux applications décrits, mais simplement à indiquer les meilleurs procédés permettant aux spécialistes de mettre en pratique la présente invention et de proposer des équivalents appropriés aux matières et aux techniques indiquées.

Exemple 1. — On choisit un nouveau substrat enduit d'un gel et d'une émulsion photographique pour former des configurations d'enduit métallique distinctes (non continues), par dépôt non électrolytique, en utilisant des techniques photographiques avantageuses pour produire les configurations. C'est une nouveauté dans la technique que de pouvoir former des dépôts non électrolytiques de pellicules non continues distinctes d'une manière pratique. Comme déjà mentionné, ceci est dû principalement au fait que le décapage préalable courant rend inutile les caches de réserve photographique, et permet de les supprimer sans distinction. Le dépôt classique non électrolytique doit par suite s'effectuer sous une forme continue.

Dans cet exemple, une pellicule magnétique mince est déposée d'une manière non électrolytique sur une bande de téréphtalate de polyéthylène enduite d'un gel, connue sous le nom commercial « Clear Sub-Coated Cronar Cos-7 »

fabriquée par Dupont. Ce substrat comporte une bande de pellicule transparente d'une épaisseur de 175 microns enduite, sur un côté, d'une couche de gélatine transparente, la gélatine tant revêtue elle-même par un couche d'émulsion photographique, ces deux couches présentant ensemble une épaisseur d 5 microns. On a utilisé, d'une manière classique, un telle pellicule uniquement pour des applications photographiques. On peut utiliser un gel semblable, ou un autre colloïde perméable à l'eau, d'un type compatible avec le traitement de dépôt non électrolytique, et ne contenant ni métaux, ni sel, etc. ni quoi que ce soit pouvant leur être contraire. On fait subir d'une manière continue à la pellicule enduite, les opérations suivantes dans une chaîne de dépôt non électrolytique, en y formant d'abord une image photographique pour produire la configuration de dépôt prescrite pouvant être choisie, par exemple les filaments magnétiques distincts précités.

Opération 1 - Formation de l'image négative. — Une image lumineuse négative de la configuration est projetée sur le sur-revêtement formé par l'émulsion photographique de manière à la sensibiliser d'une manière classique et y former une image latente, en sensibilisant les régions des « vides » prévues (ou ne recevant pas de dépôt), les régions recevant les dépôts étant laissées non exposées et non sensibilisées. Ceci peut être réalisé d'une manière commode en utilisant un cache « positif » ayant la forme de la configuration, ce cache étant disposé sur la pellicule, et en exposant ensuite les régions des vides à un rayonnement spectral suffisant pour pouvoir développer ensuite la pellicule.

Opération 2 - Développement. — La pellicule portant l'image est ensuite plongée dans une solution de révélateur, à savoir « 53-D All Purpose Developer » de « Dupont », ou un révélateur semblable qui, lorsqu'on l'utilise d'une manière classique, développe l'émulsion photographique et la « fixe » également, c'est-à-dire qu'elle réduit les composés d'halogénures d'argent sensibilisés à l'état d'argent métallique libre (dans les régions des vides) et élimine également des particules de composés d'argent non sensibilisées (dans les régions des dépôts). Un tel révélateur peut agir de manière à éliminer la plus grande partie de l'émulsion dans les régions devant recevoir les dépôts où il n'y a plus d'argent métallique. Ceci donne aux régions devant recevoir les dépôts un aspect quelque peu blanc et aux régions des vides un aspect un peu sombre (plus opaque), les particules d'argent libre ayant été rendues visibles dans ces régions.

Opération 3 - Sensibilisation. — On déroule, d'une manière classique, la bande d'une bobine débitrice à l'aide d'un rouleau enrouleur et on la fait passer, d'une manière continue, à travers un certain nombre de postes de traitement de dépôt

à une vitesse d'environ 25 cm par minute (pour une épaisseur de dépôt de 1 micron environ). Initialement, la bande est introduite dans un bain de sensibilisation stanneux acide, dont le pH est de 0,2 environ et qui est connu sous le nom de « Enplate Sensitizer n° 430 » (préparé par Enthone CO. dilué dans les proportions de 1 : 15 dans de l'eau). Un sensibilisateur équivalent comprendrait des halogénures d'étain et pourrait comporter également un agent mouillant, à volonté. Un sensibilisateur à base de titane peut également être utilisé. Après une immersion de 1 minute environ dans le sensibilisateur « Enplate » ou dans un sensibilisateur semblable à la température ambiante, on soumet la bande à deux rinçages à l'eau propre en éliminant, par rinçage, tous les résidus du sensibilisateur pour l'empêcher de contaminer les bains suivants. Pour régler la durée d'immersion dans le sensibilisateur, les rouleaux inférieurs de la cuve à sensibilisateur peuvent être réglés verticalement (en hauteur) de manière à modifier la distance parcourue par la bande à travers la solution, en supposant une vitesse de transport constante. Un tel réglage de la durée d'immersion peut également être utilisée dans les bains suivants. On a noté que la durée et la température d'immersion d'une telle pellicule ont une certaine importance critique et qu'il ne faut pas les dépasser d'une manière excessive.

Opération 4 - Activation. — On fait passer ensuite d'une manière continue la bande à travers une solution d'activation (ou « d'amorçage ») du type connu sous le nom « Enplate Activator n° 440 » (préparé par Enthone Co. — dilué à 1 : 15 dans de l'eau) et on l'y plonge pendant une durée de 30 secondes environ à la température ambiante. D'autres activateurs peuvent être constitués par des halogénures d'argent ou de palladium, tels que, par exemple, une solution acide de chlorure de palladium.

Les opérations de sensibilisation et d'activation précitées sont d'un type connu dans la technique et peuvent être modifiées ou remplacées par d'autres, comme le savent les spécialistes. Par exemple, l'opération de sensibilisation agit, d'une manière typique, de façon à sensibiliser la surface de la bande et lui permettre d'absorber ensuite des noyaux catalytiques, les ions stanneux (Sn^{++}) étant bien adsorbés dans le gel. Cette adsorption peut être rendue plus intense en ajoutant une petite quantité d'ions stanniques (Sn^{+++}). A la suite de cette sensibilisation et avant le trempage de formation de germes (activation), on fait effectuer un trempage « d'activation à l'argent » dans une solution aqueuse de nitrate d'argent ou d'une substance analogue, de manière à former un dépôt fortement adhérent de particules d'argent isolées, réduites par les ions stanneux adsorbés. Lorsque cette opération est suivie par une immersion du substrat dans

une solution acide de chlorure de palladium, les particules d'argent sont remplacées par des particules de palladium qui forment les noyaux de croissance catalytique précités. D plus, les opérations de sensibilisateur et d'activation peuvent être remplacées par une seule immersion du substrat combinant une sensibilisation et une formation de germes, dans un sol de métal catalytique connu dans la technique et indiqué, par exemple, dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.011.920. De tels sols de métaux catalytiques comprennent à la fois la matière sensibilisatrice (stanneuse) et la matière de formation de germes (palladium) qui, d'une manière caractéristique, sont en suspension, comme une dispersion colloïdale, qui sont empêchées de venir en contact et de réagir par un agent émulsifiant qui les empêche d'être précipitées hors du sol. Des gouttelettes de cette suspension sont déposées et adhèrent sur le substrat. Une immersion dans ce sol est suivie, d'une manière caractéristique, par un trempage « désémulsifiant » ou « accélérateur » qui agit de manière à libérer rapidement la matière sensibilisatrice et la matière de formation de germes pour les faire réagir et faire former les noyaux de croissance précités de telle sorte que les dépôts non électrolytiques puissent se produire sur le substrat.

Dans les opérations de préparation des dépôts indiquées ci-dessus, on peut régler les diverses durées d'immersion, bien que chacune soit suffisamment longue pour assurer un traitement complet de la surface de la bande, comme le savent les spécialistes. On se rend compte que la consistance des solutions, leurs concentrations, leurs températures, etc. ainsi que l'identité particulière du substrat sont quelque peu variables suivant les processus de la technique, et que ces paramètres sont reliés entre eux et agissent sur la durée nécessaire d'immersion.

L'immersion de formation de germes est suivie par deux rinçages à l'eau propre en utilisant de l'eau courante froide de préférence distillée. Ces rinçages sont suivis par un troisième rinçage au cours duquel l'eau est pulvérisée contre la bande pour éviter que la matière d'activation ne soit introduite dans la solution de dépôt suivante et risque de la décomposer. La pulvérisation aide à éliminer les bulles de solution de l'activateur qui n'ont pas été éliminées par rinçage. Ce rinçage évite également de tacher la bande.

Opération 5 - Formation des dépôts. — Le dépôt non électrolytique est réalisé ensuite en plongeant la bande à travers un jeu de cuves contenant l'électrolyte de dépôt. L'électrolyte aqueux suivant a été utilisé pour former, par dépôt, une pellicule magnétique de nickel-cobalt-phosphore d'une épaisseur de 1 micron environ dans les pistes sur la bande portant un gel. Le dépôt de cette pellicule magnétique mince est effectué, comme connu dans la technique, par

réduction autocatalytique d'ions sources de nickel et de cobalt, avec des ions hypophosphites servant à la fois d'agents réducteurs et de sources de phosphore pour l'alliage de la pellicule magnétique. Les spécialistes trouveront facilement des bains équivalents. Les ingrédients sont les suivants (en grammes par litre de solution aqueuse).

Electrolyte.

50 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

30 $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

40 NaH_2PO_4

50 Sel de Seignette

25 NH_4Cl

40 Acide citrique

Gamme de températures du bain : 60° à 95 °C de préférence de 70° à 90 °C.

pH du bain : 7,2 - 10,0

Durée d'immersion : pour obtenir l'épaisseur prescrite (1 micron).

En travaillant une température de l'ordre de 80 °C, cette solution de dépôt préférée a donné un dépôt extrêmement adhérent et satisfaisant d'une épaisseur de 1 micron environ en une durée de 4 à 6 minutes environ. Comme dans l'immersion précédente, il est préférable de disposer des rouleaux dans les cuves de dépôt pour guider la bande de substrat qui traverse celles-ci, ces rouleaux étant changés périodiquement pour éviter une accumulation exagérée de matière déposée et, ensuite, un pelage, une décomposition du bain, etc. Le bain est chauffé et on le fait recirculer dans la cuve de dépôt en lui faisant traverser un moyen de filtrage. Diverses autres pellicules de métal minces peuvent également être déposées d'une manière non électrolytique de cette façon, l'adhérence supérieure, etc. qu'on obtient étant particulièrement avantageuse pour des métaux pouvant être aimantés, tels que le cobalt, le nickel, et des alliages de ceux-ci, y compris le fer, le phosphore, etc.

Opération 7 - Finition, Essai. — La bande ayant reçu son dépôt est ensuite essayée et on la fait passer ensuite à travers un poste de rinçage à l'eau propre et ensuite à travers un poste de séchage (cuve d'égouttage) pendant trois minutes environ, pour la sécher suffisamment afin de pouvoir l'emmagasiner sur un rouleau récepteur.

Les résultats qu'on obtient par les dépôts précités effectués sur la bande enduite de gel sont inattendus et peuvent être caractérisés comme étant uniformément « excellents » en comparaison de ceux obtenus pour la technique antérieure. La bande ayant reçu le dépôt se montre inhabituellement exempte de corrosion, et ne se corrode pas après avoir été plongée dans de l'eau pendant une durée pouvant s'élever jusqu'à 48 heures, tandis que les bandes analogues de la technique antérieure se dissolvent complètement ou au moins, perdent toute adhérence après un trempage de 12 heures environ seulement. Les caractéristiques magnétiques de la pellicule déposée

sont excellentes et son adhérence sur le substrat est remarquable, ainsi que sa résistance à l'usure. L'adhérence est supérieure à celle de toute autre bande formée par dépôt connue, de la technique antérieure telle que les bandes en téréphtalate de polyéthylène non enduites simples, même lorsque celles-ci ont été rendues, au préalable, rugueuses par des traitements de décapage, ou des traitements analogues. Par exemple, la bande formée par dépôt suivant cet exemple subit facilement l'essai d'adhérence de la « bande de Cellophane », alors que des dépôts comparables de la technique antérieure n'y résistent pas. De plus, elle ne présente aucune usure appréciable après un grand nombre de centaines de milliers de passes contre une tête de lecture magnétique. Par exemple, avec un enregistrement magnétique à densité de bits élevée, on peut conserver une lecture uniforme avec moins de 3% de réduction du signal après des centaines de milliers de passes contre une tête de lecture magnétique typique. De plus, la bande est brillante et extrêmement lisse. Le recouvrement assuré par le dépôt est tout à fait satisfaisant, il est continu (par-dessus chacune des pistes) et uniforme, sans aucune tache ni aucune partie manquante (vides de dépôt), qui ont constitué une plaie pour les systèmes de la technique antérieure.

On observe que le dépôt non électrolytique décrit ci-dessus forme une configuration de métal distincte, le dépôt ne se produisant que sur les régions non exposées ou ne portant pas d'image, aucun dépôt ne s'effectuant dans les régions vides exposées. On pense que la présence de particules d'argent libre dans les régions des vides empêche le sensibilisateur (opération 3) d'y adhérer suffisamment, ce qui empêche tout dépôt ultérieur d'activateur (noyaux de palladium) sur lesquels seulement s'effectue le dépôt non électrolytique. De cette manière, on dépose une configuration distincte qui adhère parfaitement au gel dans les régions non exposées (c'est-à-dire aux endroits où l'argent non exposé restant a été éliminé par lavage), en laissant sans dépôt les régions exposées contenant de l'argent (ou vide).

Il convient de noter que, dans ce procédé, de dépôt non électrolytique, il n'y a aucun décapage ni aucune attaque avant le trempage servant à former le dépôt. Il faut éviter tout décapage, du fait que les décapants types détruisent la configuration de dépôt distincte. Par exemple, les décapants caustiques utilisés couramment pour les dépôts non électrolytiques de la technique antérieure attaquent, sans aucune discrimination, tout l'émulsion photographique et la détruisent, de telle sorte qu'un enduit de gel continu serait laissé et qu'un dépôt continu se produirait ainsi. De ce fait, à l'aide de ce moyen, on peut produire des configurations de dépôt non électrolytiques distinctes sur des substrats non métalliques, et sans utiliser des traitements à réserve

photographique, ce qui, jusqu'à présent, n'était pas possible. De plus, de tels dépôts non électrolytiques distincts sont facilités par l'utilisation d'un substrat selon l'invention formé par une pellicule enduite d'un gel et d'une photo-émulsion et à l'aide d'un procédé de dépôt non électrolytique associé qui est nouveau. On reconnaîtra qu'ici encore plus, qu'avec des formations continues de dépôt, il importe de constater que la présente invention supprime la nécessité d'opérations de décapage préliminaires qui étaient courantes jusqu'à présent dans la technique.

On peut remplacer la pellicule du substrat « Cos-7 » de DuPont par une pellicule « Cos-4 », qui est semblable, sauf que son épaisseur est de 100 microns, ou par un substrat formé par une pellicule Kodak « Coa-4 » ou « E0-4 » (base « Estar » de 100 microns d'épaisseur avec une épaisseur composite gel/émulsion de 5 microns), ou par une pellicule semblable enduite d'un gel et d'une émulsion photographique.

Exemple 2. — En utilisant un substrat formé par une pellicule mixte semblable à celle de l'exemple 1, on dépose, d'une manière non électrolytique commode une configuration de dépôt distincte semblable par image photographique par le procédé quelque peu modifié suivant. Ici, cependant, la formation de l'image est inversée, de manière à exposer et développer les régions de dépôt (en cachant les régions des vides), et après avoir éliminé, par attaque chimique, la couche de l'émulsion, on forme le dépôt sur le gel sous-jacent.

Opération P-1 - Formation d'image positive. — On dirige une image lumineuse positive de la configuration sur l'émulsion photographique sur un substrat formé par une pellicule mixte « Cos-7 », comme décrit plus haut, ou sur son équivalent, de manière à photosensibiliser les composés d'argent (halogénures) se trouvant dans les régions de dépôts, mais non pas dans les régions des vides (sans dépôt). Cette sensibilisation avec l'opération inverse de celle de l'exemple 1. A l'inverse de l'exemple 1, on peut utiliser un « cache négatif » et une exposition à la lumière suffisante pour pouvoir développer ces régions de dépôt et les attaquer, comme décrit plus loin.

Opération P-2 - Développement. — On fait passer ensuite la pellicule à travers une solution d'un révélateur spécial, tel que le « Cronalith Code CLLD Litho-Developer » (liquide) de DuPont, etc. Ces révélateurs à la différence de celui utilisé dans l'opération 2 (exemple 1) n'ont aucun effet de fixage, mais laissent l'émulsion non sensibilisée (dans les régions des vides) sans qu'elle soit altérée, et développent simplement (réduisent) les composés d'argent sensibilisés se trouvant dans les régions de dépôts, en les noircissant.

Opération P-3 - Blanchiment. — On rince ensuite la pellicule et on la fait passer à travers une solution de blanchiment prescrite, telle que la solution « 3-ES Bleach » de DuPont, ou une solution semblable, pendant une minute environ, à la température ambiante. Cette solution de blanchiment enlève toute l'émulsion développée (dans les régions de dépôt seulement), en y laissant le gel à découvert, mais sans qu'il soit sensiblement altéré. Ce blanchiment laisse les régions non sensibilisées et non développées (les vides) de l'émulsion non altérées.

Opération P-4 - Développement des régions négatives. — On expose ensuite d'une manière non sélective la pellicule pour photosensibiliser les régions « vides » de l'émulsion. Ensuite, on fait passer la pellicule à travers un révélateur du type « universel », tel que le « 53-D » de DuPont, pour développer et stabiliser ainsi les régions des vides, les particules d'argent métallique ainsi produites noircissant visiblement l'émulsion dans ces régions. Cette opération peut être supprimée dans les cas où le noircissement progressif des régions des vides (en poursuivant l'exposition à la lumière) n'est pas gênant.

Opération P-5 - Formation du dépôt. — On introduit ensuite la pellicule dans une chaîne de dépôt non électrolytique « sans décapage » telle que celle décrite dans l'exemple 1, opérations n° 3 - n° 7. Comme précédemment, des décapants seraient susceptibles de faire obstacle à des dépôts distincts du fait qu'ils élimineraient, d'une manière typique, l'émulsion dans toutes les régions des vides, ce qui se traduirait par un dépôt plus continu sur toute la surface.

Les opérations ci-dessus ont laissé des régions de gel « aptes à recevoir des dépôts » et des régions « inaptées à recevoir des dépôts », c'est-à-dire de vides ou d'émulsion développée. Une configuration distincte de métal peut être déposée d'une manière non électrolytique dans les creux laissés dans le revêtement supérieur de l'émulsion. Cette configuration déposée peut être formée en utilisant une technique de formation d'images photographiques positives (en utilisant une configuration lumineuse conforme à la configuration voulue pour sensibiliser les régions « positives », c'est-à-dire les régions de dépôt) à la différence de la technique de formation de l'image photographique négative de l'exemple 1. L'exemple 2 donne également une configuration de dépôt « enfoncée », avec des « reliefs » d'émulsion photographique dans les régions des vides, à la différence des « reliefs » de dépôt de l'exemple 1. Cependant, ces reliefs d'émulsion photographique peuvent être éliminés comme décrit dans l'exemple 3.

De telles configurations de dépôt distinctes sont extrêmement avantageuses. Par exemple, elles peuvent constituer des pistes distinctes de pelli-

cules magnétiques minces formées sur un substrat d'enregistrement magnétique pour un enregistrement à « pistes distinctes » (figures de 1 à 5). Bien entendu, la matière magnétique peut être déposée dans les gorges suivant un mode de réalisation de la présente invention, et ces pistes magnétiques en creux (dans les gorges), (figures 4 et 5) seront reconnues par les spécialistes comme étant très utiles à la fois pour améliorer les caractéristiques magnétiques de l'enregistrement et pour améliorer le fonctionnement des transducteurs associés. Par exemple, l'émulsion photographique se trouvant entre les pistes voisines assure un isolement magnétique entre les bits magnétiques voisins, ce qui réduit la « diaphonie », les interférences entre les bits voisins, etc. Les rainures peuvent présenter un effet intéressant de « support par air » et être creusées directement dans le support d'enregistrement déposé lui-même. C'est-à-dire que les rainures peuvent être formées de manière à agir sur les facteurs aérodynamiques du courant d'air par-dessus chaque piste, lorsque le dispositif d'enregistrement est déplacé de manière à présenter un effet de support par l'air, c'est-à-dire un courant d'air du type coussin, et suspendre la tête magnétique qui « vole » par-dessus. De telles rainures peuvent également protéger la piste déposée et lui éviter tout contact, risquant de l'abîmer, avec la tête magnétique. Par suite, le volume en section droite formé par le creux de la piste peut être prescrit de manière à assurer un effet de levage aérodynamique pour un système d'enregistrement et de lecture particulier (forme, poids et vitesse de la tête, etc.). Bien qu'un tel effet de « support par air » ait été utilisé auparavant, on n'a proposé, jusqu'à présent, aucun agencement permettant de « canaliser » le courant d'air le long des pistes magnétiques elles-mêmes. Le réglage précis des dimensions qui est possible avec la présente invention est particulièrement avantageux dans de tels cas.

Une application correspondante réside dans le dépôt d'une piste magnétique constituée par un certain nombre de bandes filamenteuses parallèles minces, très rapprochées, c'est-à-dire des « sous-bandes » très étroites. Par suite, au lieu de déposer chaque « piste » magnétique simple de manière à ce qu'elle soit continue sur toute sa largeur, on dépose une série de filaments espacés sur cette largeur, chaque filament étant séparé du filament suivant par un intervalle minimal prescrit. On se rend compte que les techniques de dépôt non électrolytique des configurations distinctes décrites plus haut permettent de réaliser facilement un tel support d'enregistrement magnétique à « pistes à filaments multiples ». Les spécialistes se rendront compte des avantages très souhaitables qu'on peut obtenir avec des telles pistes à « filaments multiples » du fait que, à la différence des pistes simples continues, elles

peuvent « une anisotropie de forme » et permettre également de réduire la distorsion par déviation ainsi que la dispersion de l'aimantation. Il en résulte un signal de sortie amélioré et des densités de bits plus élevées, comme indiqué plus loin.

Une application en rapport avec le support d'enregistrement magnétique à pistes distinctes est la mise en forme de pellicules minces et planes pour des applications à des mémoires magnétiques, telles que des matrices de « mémoire à lecture seulement », etc. Dans une telle application, un ou plusieurs « points » en métal, de préférence de forme générale elliptique, sont déposés d'une manière non électrolytique sur la pellicule qui forme le substrat. Comme s'en rendront compte les spécialistes, cette forme elliptique extrêmement avantageuse présente un minimum d'effets de désaimantation (de bord) ; cependant, il était difficile, jusqu'à présent, de les former d'une manière précise. Les points ou taches peuvent être déposés comme l'étaient les pistes distinctes, la configuration de l'image étant adaptée facilement à produire ces formes elliptiques ou n'importe quelles autres formes.

Exemple 3. — En utilisant le substrat de l'exemple 2, on répète ici le processus qui est légèrement modifié par une opération supplémentaire postérieure au dépôt, afin de ne produire que des reliefs déposés, dressés, distincts, l'émulsion dans les régions des vides entre les reliefs étant éliminée comme suit.

Opération P'-6 - Suppression des enduits dans les vides. — On suppose que la pellicule qui forme le substrat a été exposée et développée comme indiqué pour l'opération P-4 ci-dessus de manière à photosensibiliser l'émulsion dans les régions des vides et à la développer. On suppose également que le dépôt non électrolytique distinct de l'opération P-5 a été effectué. Une fois ceci effectué, la pellicule ayant reçu ses dépôts est ensuite plongée dans une solution de blanchiment, telle que l'une de celles décrites pour l'opération P-3 ci-dessus (exemple 2). Ceci élimine l'émulsion dans les « vides » en laissant le gel se trouvant en dessous à découvert entre les « reliefs » déposés. Le gel des « vides » peut également être éliminé à volonté, par exemple pour former des « reliefs » déposés plus élevés. Les régions de dépôt résultantes, semblables à des « régions plaquées », séparées par des creux sans dépôt, sont nouvelles dans la technique et les spécialistes leur trouveront de nombreuses applications intéressantes.

Opération P''-6 (variante). — En variante au traitement effectué au cours de l'opération P'-6 ci-dessus, on peut supprimer l'opération facultative P-4 en laissant sensiblement non développée l'émulsion dans les « vides ». Dans ce cas, l'émulsion dans les « vides » peut être éliminée ensuite après avoir effectué les dépôts de l'opéra-

tion P-5 en l'éliminant par attaque chimique. Un décapant relativement fort, tel que du KOH, peut être utilisé de manière à éliminer également le gel se trouvant sous cette « émulsion dans les vides ».

D'autres avantages importants des dépôts magnétiques distincts produits dans les exemples précités apparaîtront aux spécialistes. Par exemple, il est visible que les dépôts distincts augmentent la durée en service des solutions de dépôt et augmentent leur efficacité. Les dépôts non électrolytiques distincts selon la présente invention présentent un grand nombre d'avantages par rapport à des procédés concurrents pour former des configurations distinctes de métal sur un substrat, par exemple en déposant un enduit de métal continu et en éliminant ensuite sélectivement par attaque chimique les parties indésirables. Une telle attaque chimique peut abîmer le substrat et l'enduit magnétique qu'il porte et, de plus, il ne présente qu'une définition de configuration relativement médiocre (définition des lignes). Les dépôts non électrolytiques distincts sont, par suite, plus sûrs et plus précis, et évidemment, plus commodes et plus efficaces. De plus, avec des pellicules magnétiques distinctes, on obtient une définition supérieure permettant de former des pistes d'enregistrement magnétiques étroites d'une largeur de l'ordre de 125 microns, ce qui augmente considérablement la densité des bits, etc. Les procédés donnés ci-dessus pour former des dépôts permettent également d'éviter les effets nuisibles habituels dus à l'attaque chimique des matières magnétiques déposées et la définition est supérieure sans les « bords déchiquetés » qu'on obtenait par les procédés de la technique antérieure. Par exemple, il est possible d'obtenir une définition de l'ordre de 2,5 microns environ. Ceci, bien entendu, contribue considérablement à obtenir une bonne uniformité et à permettre d'agir sur les caractéristiques magnétiques, en réduisant à un minimum les effets de désaimantation.

Ces procédés de dépôt sont également supérieurs aux procédés de dépôt distincts concurrents de la technique antérieure, tels que le dépôt sous vide en utilisant des caches. Les caches sont également meilleur marché, plus commodes et plus précis lorsqu'on utilise les procédés selon la présente invention, comme le sont d'ailleurs les procédés de dépôt, ces derniers étant mieux adaptés à une fabrication « en chaîne ».

D'autres applications semblables, dans lesquelles on dépose des configurations de dépôts métalliques distinctes par des procédés non électrolytiques sur des substrats non magnétiques selon les procédés décrits ci-dessus apparaîtront aux spécialistes. Ceux-ci se rendront compte, par suite, qu'on peut déposer une diversité, sans limite, de configurations selon la présente invention, en les formant d'une manière photogra-

phique sur un substrat portant un gel et enduit d'une émulsion, et en formant ensuite sélectivement des dépôts non électrolytiques.

Après avoir ainsi décrit les procédés permettant de former des dépôts non électrolytiques de supports d'enregistrement magnétiques distincts, on va examiner maintenant les nouveaux produits selon la présente invention ainsi que les modes de réalisations indiqués sur les figures 1 à 5 des dessins. De ce fait, un ensemble d'enregistrement magnétique peut être formé, de préférence comme décrit précédemment, de manière à présenter une « carte » magnétique de pistes distinctes servant à enregistrer des données binaires d'entrée ou de sortie d'une calculatrice, etc. Une telle carte d'enregistrement R est indiquée sur la figure 1 comme comportant une série de pistes d'enregistrement distinctes occupant des positions précises, d'une largeur prescrite TT s'étendant en parallèle en travers de la carte R, chaque piste comportant une ou plusieurs bandes T de matière pouvant être aimantée. Les bandes T sont, de préférence, déposées d'une manière non électrolytique sur une base B non métallique (de préférence souple et en polymère). Les bandes T présentent une « largeur d'anisotropie » prescrite et sont séparées par des éléments en relief dressés non aimantables constitués de préférence, par une matière d'émulsion photographique. Suivant les procédés décrits plus haut, les bandes T ont la forme de filaments étroits d'un métal magnétique (tel que du nickel, du cobalt, du fer phosphoreux ou des alliages de ceux-ci) déposés d'une manière non électrolytique sur une matière de surface de séparation IF enduite sur la surface respective de la base B. La couche IF comprend des produits résiduels résultant de l'enduisage de la base B avec un colloïde perméable à l'eau (gel) et de son trempage dans des solutions contenant des matières de préparation aux dépôts servant à faire adhérer les particules formant « germes » d'un métal formant des noyaux, tel que du palladium ou un métal semblable, dans et sur le colloïde, en le dispersant d'une manière uniforme en travers de sa surface. Ces particules amorcent d'une manière efficace le dépôt non électrolytique des bandes T dans les rainures séparant les cordons d'émulsion e, comme décrits dans les procédés précités.

Les figures 2A et 2B représentent, en plan, un morceau agrandi d'un élément d'enregistrement (comme l'élément d'enregistrement R ci-dessus) dans lequel des exemples de zones de pistes Z-1, Z-2 d'une largeur TT, comprennent chacune une série de filaments étroits (S) espacés en parallèles. Les zones Z analogues aux bandes T de la figure 1, ces zones étant constituées cependant par des dépôts de filaments multiples. Les zones Z sont séparées par des cordons d'émulsion n n magnétiques e (par exemple e₁ entre Z-1 et Z-2). Chaque zone comprenant quatre filaments

parallèles étroits $s-a$ à $s-d$ séparés par des rainures g d'une largeur minimale semblable, qui sont maintenues aussi étroites que possible. Les zones Z forment par suite chacune une piste à filaments multiples distincte qui bien entendu, peut fonctionner avec un transducteur respectif de lecture et d'enregistrement TG destiné à être centré au-dessus de la piste, comme bien connu dans la technique. Par exemple, on a représenté le transducteur $TG-2$ comme centré, d'une manière fonctionnelle, sur la zone $Z-2$ de la piste associée, tandis que le transducteur associé $TG-1$ est représenté quelque peu décentré par rapport à la zone $Z-1$ correspondante. La zone $Z-1$ comporte, de ce fait, quatre filaments déposés semblables $S-1-a$ à $S-1-d$, séparés successivement par trois espaces de rainures semblables $g-1-a$ à $g-1-c$.

On fait en sorte que les intervalles g soient aussi étroits que cela est possible en pratique, en les rapprochant d'une largeur nulle, aussi longtemps que leurs caractéristiques de réluctance magnétique est suffisamment élevée pour assurer un isolement effectif, etc.

Les autres zones d'enregistrement du support d'enregistrement (par exemple la zone $Z-2$) sont, bien entendu, construites d'une manière semblable. Les zones $Z-1$, $Z-2$, etc. sont agencées de manière à présenter des largeurs de zones identiques TT égales aux valeurs prescrites et de manière à être séparées par des zones non magnétiques semblables e , de préférence de dimensions identiques GG . La largeur GG de l'intervalle est souvent au moins suffisante pour permettre un déplacement maximal des transducteurs (décentrage ou erreur de remise en position) compatible avec une lecture efficace et précise. La largeur de zone TT , est de préférence, très inférieure à la largeur de la piste, c'est-à-dire la largeur W représentée sur la figure 2C de l'intervalle de lecture, en travers d'un transducteur associé TG , pour permettre un tel déplacement sans altération de la lecture. On a trouvé que, lorsque chaque zone est construite sous la forme de filaments multiples, la largeur TT peut être considérablement moindre que celle nécessaire pour une piste formée par une bande continue présentant les mêmes caractéristiques de lecture.

Une construction un peu différente est indiquée sur la figure 2C où deux bandes à « filament unique » T' sont représentées schématiquement suivant des positions relatives fonctionnelles par rapport à des transducteurs associés TG' , les bandes T' présentant une largeur prescrite m' et étant séparées par des zones non magnétiques de largeurs relativement importantes GG' . Dans ce cas, on voit que la largeur W de la piste est beaucoup plus grande que la largeur m' de la bande. Les transducteurs TG' peuvent ainsi se déplacer latéralement d'une manière importante par rapport à leur position

centrale, par-dessus leur bande associée, par exemple comme indiqué par le lieu $W-SK$ d'un transducteur, ce qui indique un déplacement vers le bas du transducteur $TG'-1$ qui occupe un emplacement décentré extrême par rapport à la piste, tout en étant encore associé, d'une manière fonctionnelle, cependant, à la bande $T'-1$.

La figure 3A indique, suivant une vue en plan à grande échelle, quelques-uns des filaments $s-2$ qui constituent la zone $Z-2$ de la figure 2, ces filaments étant alignés de manière à être longitudinalement parallèles à la direction associée prescrite de lecture et d'enregistrement A_x et présentant approximativement la même largeur m . Les filaments $S-2$ sont séparés par des intervalles $g-2$ d'une largeur gs et s'étendent de manière à constituer, en fait, des pistes à filaments multiples ou des zones d'enregistrement d'une largeur TT . Selon une caractéristique de la présente invention, la largeur m d'un filament peut être prescrite de manière à présenter une largeur globale nm (n = nombre de filaments) de matière magnétique suffisante pour présenter une superficie de surface prescrite (de matière magnétique) en travers de l'intervalle W de lecture et d'enregistrement. Cette surface assure, à son tour, une aimantation suffisante pour permettre une tension de lecture minimale pour chaque bit, pour une densité de bits donnée (la densité de bit déterminant la longueur des bits). Par exemple, TT peut être de 250 microns environ ($n = 5$), m peut être de 40 microns environ et gs peut être de 12,5 microns environ pour un élément d'enregistrement R présentant une densité de 2 800 bits par centimètre, et nécessitant une tension minimale de sortie de 5mV environ (en supposant une pellicule déposée d'une épaisseur de 0,5 micron environ, H_c de l'ordre de 450 oersteds et une vitesse de transport de 15 m par seconde environ).

Comme indiqué plus haut, les filaments $s-2$ ont une largeur m suffisamment faible pour présenter une anisotropie magnétique de forme. Les vecteurs d'aimantation V_b , V_c dans les filaments $S-2-b$, $S-2-c$, respectivement, montrent qu'une largeur m extrêmement faible par rapport à la longueur (en fait infinie) des filaments s peut produire un alignement (des domaines aimantés constituant un bit enregistré) sur l'axe allongé des filaments, c'est-à-dire suivant l'axe de lecture et d'écriture A_x . Par suite, il existe des composantes de champ magnétique relativement faibles seulement perpendiculairement à l'axe A_x (c'est-à-dire en travers de la largeur de la zone $Z-2$) et des composantes relativement importantes suivant l'axe A_x . Ceci est indiqué par les paires de vecteurs perpendiculaires en pointillé, qui sont indiquées comme se décomposant en vecteurs d'aimantation respectifs en traits pleins V_b , V_c . Ces moments magnétiques indiqués vectoriellement sont ainsi décomposés

de manière à se traduire par une force magnétique nette effectiv qui s'étend à peu près parallèlement suivant l'axe A_X , comme indiqué.

La figure 3B représente, d'une manière idéale, à un échelle agrandie, une partie d'un filament S-2-b de la figure 3A, et indique ce qu'on pense être un alignement typique des domaines magnétiques dans le filament par suite de l'effet d'anisotropie de forme précitée. La figure 3B indique vectoriellement un certain nombre de domaines magnétiques de même dimension présentant une aimantation nette résultante qui est « de préférence longitudinale », c'est-à-dire qui présente un axe de facile aimantation aligné sur l'axe A_X et un axe d'aimantation difficile perpendiculaire à ce dernier, cet effet vectoriel net étant produit par la faible largeur du filament. Les domaines magnétiques indiqués sont, bien entendu, de dimensions arbitraires. A titre d'explication, on suppose que les quatre lignes de force magnétiques produites extérieurement $a-a$, $b-b$, $c-c$, $d-d$ sont dérivées à travers le filament, celles-ci présentant les directions indiquées différentes (suivant les flèches). La direction des flèches dans chaque domaine indique ainsi ce qu'on pense être la direction vraisemblable d'aimantation du domaine en réponse à ce flux appliqué de l'extérieur. Les domaines peuvent être indiqués à la manière d'une grille, en se reportant aux rangées A, B, C, D, E et aux colonnes I, II, III, IV et V. On voit ainsi que ni les domaines longitudinalement centraux (c'est-à-dire ceux qui se trouvent le long de la colonne III), ni les domaines latéralement centraux (c'est-à-dire ceux se trouvant le long de la rangée C) ne sont altérés d'une manière importante (c'est-à-dire cessent d'être alignés ou sont déformés par déviation) par le flux appliqué de l'extérieur, et qu'ils restent alignés et relativement parallèles à l'axe A_X . Les domaines voisins de ces domaines centraux (qui les entourent) sont quelque peu affectés par ce flux extérieur, mais non d'une manière importante, et ils cessent légèrement d'être alignés sur l'axe A_X . C'est-à-dire que les domaines qui se trouvent le long des rangées B et D (qui entourent la rangée C) ne sont que modérément décalés par rapport à l'axe A_X , comme le sont les domaines des colonnes II et IV, (qui entourent la colonne III). Lorsqu'on va plus loin vers l'extérieur de ces domaines centraux, cependant le défaut d'alignement sur l'axe A_X devient plus marqué, les domaines les plus extérieurs étant plus influencés par des champs de bords. Ceci est représenté, par exemple, par les domaines extérieurs I-A, I-E de la colonne I et par les domaines V-A, V-E de la colonne V. De plus, on voit qu'on peut s'attendre à ce qu'un flux magnétique extérieur de même orientation se produise au hasard suivant l'axe A_X . Il s'ensuit, bien entendu, que les domaines « extérieurs » le long d'une bande, c'est-à-dire ceux qui

se trouvent le long des rangées A, E, par exemple, peuvent s'attendre à être soumis à de tels flux de bords faisant cesser leur alignement.

Les filaments à faible largeur d'anisotropie selon la présente invention suppriment un autre problème très sérieux produisant une distorsion par déviation, qui est connu depuis longtemps dans la technique, à savoir une démagnétisation latérale. L'auto-désaimantation, telle qu'on la comprend ici, constitue un défaut d'alignement interne des domaines (par exemple comme indiqué le long de boucles fermées de retour interne L_p des vecteurs aimantation sur la figure 3 B) et qui est dû à une aimantation nette prescrite antérieure (par exemple suivant A_X , comme déterminé d'une manière relative le long des domaines « centraux »). Une fois qu'elle est établie, une telle aimantation peut produire des configurations d'aimantation opposées le long des boucles L_p (par exemple lorsque la tête d'enregistrement est enlevée) qui tendent à s'opposer aux domaines initiaux « alignés d'une manière appropriée » et qui cherchent à « ramener » le flux à l'intérieur du milieu, de manière à s'opposer à l'alignement des domaines le long de l'axe A_X et en produisant une distorsion par déviation. En pratique, il s'ensuit que si « un champ d'enregistrement » établi le long des lignes de force $a-a$, $b-b$, $c-c$, $d-d$, a établi l'aimantation indiquée (tous les domaines de la figure 3B ne constituant qu'un seul bit « d'enregistrement magnétique ») et que, s'il a été ensuite supprimé, des forces démagnétisantes seraient établies dans les domaines extérieurs (c'est-à-dire le long des boucles L_p s'il s'y trouve de la matière des bandes magnétiques, la bande S-2-d étant relativement plus large que celle représentée), lesquelles forces s'opposeraient au bit d'aimantation enregistré, ce qui dégraderait et pourrait peut-être annuler le signal de lecture qui en provient. Ce phénomène de démagnétisation latérale est le plus prononcé avec des pellicules minces en matériau « doux » (faible H_c) qui souffrent, par suite, d'une distorsion par déviation de domaine relativement plus sévère qu'avec des pellicules « dures » (H_c élevé). L'utilisation de bandes filamenteuses très étroites selon la présente invention permet ainsi de réduire d'une manière avantageuse cette démagnétisation.

De plus, la densité des bits est particulièrement limitée dans les pellicules magnétiques en matériau « doux » par la démagnétisation latérale décrite ci-dessus. La démagnétisation latérale doit s'entendre comme étant opposée à la démagnétisation verticale ou « d'épaisseur » qui est perpendiculaire au plan d'enregistrement. C'est-à-dire que la déviation produite par ces forces de démagnétisation est plus sévère pour des pellicules en matériau « doux », du fait que la constante de démagnétisation (D) semble varier en

raison inverse de H_c et directement en raison de la densité des bits, étant donné la même largeur de bande. De ce fait, les pellicules magnétiques en matériau « doux » sont particulièrement destinées à utiliser de tels filaments étroits à largeur d'anisotropie suivant la présente invention, en particulier pour des densités de bits élevées. Bien entendu, on peut obtenir également un certain avantage à utiliser la présente invention avec des pellicules relativement « dures » (par exemple de 200 à 300 oersteds) même avec une bande plus large, du fait qu'elles sont moins sensibles à ces forces de démagnétisation.

De ce fait, il est préférable de réduire la largeur m de ces filaments distincts pour se rapprocher de la largeur d'un seul domaine magnétique, de manière à ce qu'il n'y ait pas (ou tout au moins un petit nombre) de domaines latéralement environnants (extérieurs) qui cessent radicalement d'être alignés et qui dégradent le champ résultant d'aimantation le long de l'axe d'enregistrement prescrit. En d'autres termes, un tel filament à largeur minimale ne coupe qu'un minimum de lignes de force divergentes non alignées. De plus, de telles bandes filamenteuses sont encore plus avantageuses lorsqu'elles sont groupées ensemble pour constituer une seule piste d'enregistrement, les filaments groupés n'étant séparés que par un intervalle minimal d'une réluctance d'isolement plus élevée.

La figure 4 indique, suivant une coupe donnée à titre exemple, le mode de réalisation d'un support d'enregistrement R à pistes distinctes de la figure 1, formé par dépôt non électrolytique suivant les procédés indiqués plus haut. Le support d'enregistrement représenté comprend une base B, en « Mylar », ou en une matière semblable, d'une épaisseur de 100 à 175 microns environ, des bandes d'enregistrement magnétiques T (séparées par des cordons c) et une couche de surface de séparation IF. La couche IF comporte des sites de nucléation (par exemple les particules de palladium décrites plus haut), qui adhèrent uniformément à la surface du substrat B et qui sont logés dans le résidu provenant du colloïde perméable à l'eau (gel), qui est enduit par-dessus. Il va de soi qu'une couche de matière d'émulsion photosensible comprenant des halogénures d'argent classiques a été disposée d'une manière continue en travers de la surface de la couche de colloïde précitée, comme décrit en détail pour les procédés précédents. Cette émulsion avec la couche initiale de gel, peut présenter, d'une manière typique, une épaisseur totale d'environ 5 microns. L'émulsion a été ensuite décapée sélectivement dans les régions de dépôt effectives pour former la configuration de la piste, l'halogénure d'argent non développé ayant été éliminé de telle sorte que le dépôt non électrolytique peut s'y effectuer pour former des bandes T de pistes distinctes entre des cordons

d'émulsion développés non magnétiques e, comme on le voit sur la figure 1.

Un support d'enregistrement magnétique à pistes distinctes correspondant est représenté en coupe sur la figure 5, il est semblable à celui représenté sur la figure 4, mais il comporte des couches supplémentaires superposées de matière de bande magnétique. La base B, la couche de la surface de séparation IF et les cordons d'émulsion e sont, bien entendu, semblables aux éléments analogues de la figure 4, tandis que les bandes T' de la piste sont indiquées comme étant constituées par un certain nombre de couches superposées M_1, M_2 d'un métal magnétique semblable, séparées par une couche non magnétique C_u d'une épaisseur prescrite. Les couches magnétiques M_1, M_2 présentent sensiblement les mêmes caractéristiques magnétiques, et les mêmes épaisseurs (par exemple environ 0,5 micron). La couche non magnétique C_u peut être en cuivre, ou en une autre matière non aimantable (à faible perméabilité) d'une épaisseur (par exemple de 0,25 micron) supérieure à celle qui couplerait « magnétiquement » les couches magnétiques M_1, M_2 dans le sens où ce terme est compris d'une manière générale dans la technique. À l'aide de ce mode de réalisation, il est prévu que des signaux de bits magnétiques doublés doivent être enregistrés suivant un alignement vertical le long des couches M_1, M_2 de la piste, de telle sorte que ces signaux puissent se renforcer mutuellement pour donner un signal de lecture composite plus intense. Bien entendu, pour augmenter le renforcement, on peut utiliser des couches magnétiques supplémentaires en les séparant par le même type de couches intermédiaires non magnétiques n'assurant aucun couplage. On se rendra compte que cet agencement est tout à fait distinct des pellicules « couplées magnétiquement » dans lesquelles les couches magnétiques présentent des caractéristiques magnétiques très différentes et où elles doivent être séparées par une distance inférieure à une « distance de couplage » prescrite.

Les spécialistes se rendront compte que les procédés de dépôt précités peuvent être modifiés de manière à ce que les matières magnétiques déposées, les substrats, les opérations de dépôt, etc. permettent d'obtenir des résultats équivalents à ceux décrits plus haut. De même, les supports d'enregistrement magnétiques filamenteux décrits plus haut peuvent être modifiés en ce qui concerne les substrats, les métaux magnétiques, le nombre et la disposition des filaments, les procédés de fabrication, etc. D'autres applications de la présente invention seront évidentes d'après la description ci-dessus et il va de soi que la présente invention n'a été décrite ci-dessus qu'à titre explicatif mais nullement limitatif et que l'on pourra lui apporter toutes variantes rentrant dans son cadre.

RÉSUMÉ

A. Dispositif magnétique d'emmagasinement d'information agencé de manière à comporter au moins une région d'emmagasinement magnétique présentant un axe d'aimantation préféré, caractérisé par les points suivants séparément ou en combinaisons :

1° Il comprend un substrat non magnétique ; et au moins un filament mince de matière magnétique déposé sur ce substrat dans chacune desdites régions d'emmagasinement, de manière à s'étendre le long de cet axe respectif, chaque filament étant agencé de manière à ne présenter qu'une faible largeur, perpendiculairement audit axe, de manière à s'opposer à toute aimantation autre que l'aimantation préférée.

2° Le dispositif est formé en disposant des bandes filamentaires parallèles d'une matière pouvant être aimantée sur une surface prescrite d'un substrat non magnétique, chacune de ces bandes présentant une largeur d'anisotropie, de manière à produire une anisotropie magnétique de forme améliorant les caractéristiques d'enregistrement magnétique le long de cette bande et de manière à réduire les effets magnétiques faisant obstacle à l'enregistrement magnétique sur cette bande.

3° Des groupes de ces bandes sont agencés de manière à constituer des pistes magnétiques distinctes séparées par un espacement prescrit pour présenter des caractéristiques d'un système de tête d'enregistrement prescrites, chaque groupe étant destiné à indiquer ensemble, des bits uniques disposés en série et successivement le long de l'axe de la piste respective, les bandes se trouvant dans la piste étant séparées par un intervalle minimal destiné uniquement à établir entre elles, une réluctance accrue d'isolement prescrite.

4° Les filaments sont constitués par une matière magnétique déposée par un procédé non électrolytique.

5° Les filaments sont formés de manière à adhérer au substrat par des traitements de formation d'images photographiques en ne sensibilisant que les régions à filament prescrites et en ne formant des dépôts non électrolytiques de pellicules minces magnétiques que dans les régions sensibilisées ensuite.

6° Le substrat est constitué par un polymère non mouillant enduit d'une couche de colloïde perméable à l'eau disposée sur sa surface.

7° Les filaments associés à chacune des pistes sont déposés dans une rainure respective à une profondeur prescrite en dessous de la surface du dispositif par rapport au moyen d'enregistrement associé pour améliorer l'auto-lubrification et fonctionner avec le moyen d'enregistrement associé tout en étant protégé.

8° Chacune des rainures contient deux fila-

ments superposés séparés par une couche non magnétique d'une épaisseur suffisante pour empêcher tout couplage magnétique entre les deux couches.

9° La matière qui sépare les deux filaments est constituée par du cuivre.

B. Procédé pour former un dispositif d'emmagasinement magnétique comprenant au moins une pellicule de matière magnétique de configuration voulue déposée sur un substrat non métallique par un procédé de dépôt électrolytique, caractérisé par les points suivants séparément ou en combinaisons :

10° Il consiste à munir le substrat d'une ou plusieurs couches d'un colloïde perméable à l'eau ; une partie au moins de la surface de ce colloïde comportant des particules d'un halogénure d'argent photosensible dispersé à l'intérieur du colloïde, à projeter une image lumineuse sur cette matière de manière à sensibiliser des parties de celle-ci qui correspondent à la configuration et ensuite à développer cette matière et à éliminer les particules d'argent des parties de surfaces se trouvant à l'intérieur des parties constituant la configuration ; à déposer uniformément, sur ces parties, des particules de matière équivalentes à une matière stanneuse qui adhèrent à la matière colloïdale ; à remplacer ces particules par des particules équivalentes au palladium catalytique de nucléation ; et, ensuite, à plonger le substrat dans un électrolyte de dépôt non électrolytique destiné à déposer, d'une manière adhérente la pellicule métallique sur les parties de surface sur les particules équivalentes au palladium.

11° Le substrat est constitué par une bande en polymère relativement non mouillable et le procédé consiste à plonger le substrat enduit d'un colloïde de manière à sensibiliser et activer la surface de la matière colloïdale qu'il porte et faire adhérer fermement les particules équivalentes au palladium à cette surface comme noyaux de croissance facilitant un dépôt non électrolytique sur cette surface ; et également à maintenir les solutions associées exemptes d'éléments d'attaque caustiques ; la matière colloïdale étant choisie de manière à être constituée par un gel compatible avec les bains de sensibilisation et d'activation, l'immersion de sensibilisation consistant en un trempage dans un bain sensibilisateur contenant l'équivalent d'ions stanneux destiné à faire adhérer les particules de sensibilisation au gel ; l'immersion d'activation étant constituée par un trempage dans un bain comprenant l'équivalent d'ions palladium destinés à remplacer les particules de sensibilisation adhérentes par des particules de nucléation prescrites formant lesdits noyaux de croissance.

12° La bande est constituée par une pellicule de base en téréphtalate de polyalkylène, et la matière colloïdale est constituée par une gélatine

photographique destinée à être inerte vis-à-vis du traitement de dépôt et enduite sur la pellicule de base suivant une épaisseur suffisamment faible pour éviter la formation de bulles ou d'anomalies d'adhérence semblables.

13° Le bain sensibilisateur comprend des ions stanneux destinés à adhérer intimement sur et dans la surface de la matière formant le gel, la pellicule métallique étant constituée par une pellicule magnétique mince.

14° Le processus de développement servant à éliminer les particules d'argent consiste à laver les régions de dépôt avec une solution de fixage destinée à éliminer l'argent.

15° Une couche d'émulsion contenant des particules d'halogénure d'argent est superposée à une couche de gel photographique, l'opération d'élimination consistant à développer cette couche d'émulsion de manière à n'enlever l'argent que dans les régions de dépôt tout en le laissant dans les régions où il ne doit pas être formé de dépôt, de sorte que l'opération de dépôt est destinée à ne former un dépôt sur le gel que dans les creux formés dans les régions de dépôt prévues et non sur l'argent; le substrat étant constitué par une pellicule de polyester à

chaîne moléculaire linéaire saturée.

16° L'opération d'élimination consiste à mettre en contact la couche d'émulsion avec une matière de blanchiment de manière à ne l'éliminer que dans les régions de dépôts prévues.

17° A la suite de l'opération de dépôt non électrolytique, on plonge le substrat dans une solution de décapant pour éliminer la couche d'émulsion dans les régions ne portant pas de dépôt.

18° Le traitement de dépôt consiste à former des images photographiques distinctes des pistes magnétiques sur la couche d'émulsion de telle sorte que les dépôts peuvent former des pistes distinctes de matière magnétique.

19° Le traitement de dépôt consiste à former des groupes d'images photographiques de filaments allongés parallèles, espacés et distincts, de matière magnétique, chaque groupe constituant une des pistes magnétiques, chaque filament présentant une faible largeur d'anisotropie.

Société dite : HONEYWELL INC.

Par procuration :

SIMONNOT, RINUY, SIMONNOT, SANTARELLI

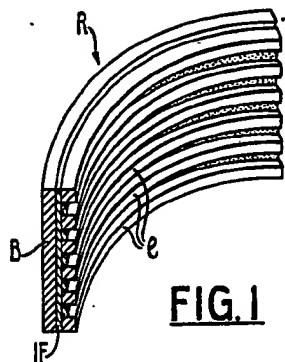


FIG. 1

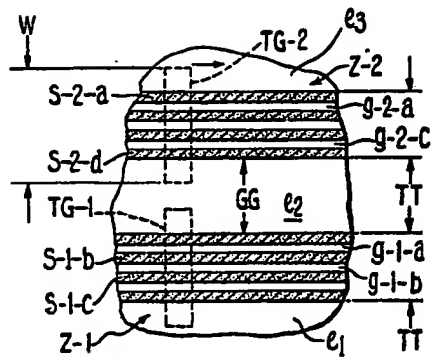


FIG. 2A

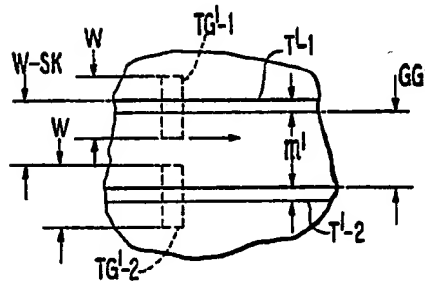


FIG. 2C

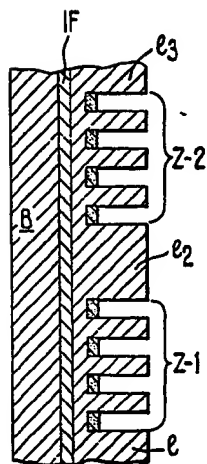


FIG. 2B

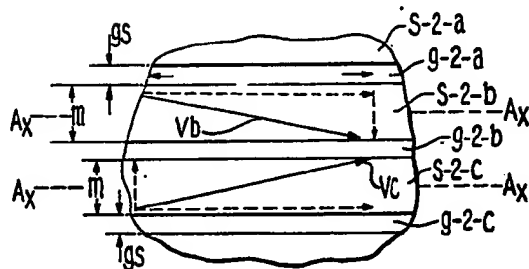


FIG. 3A

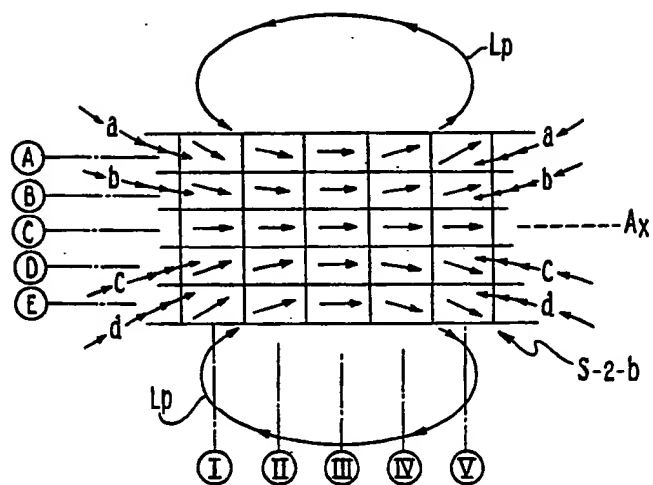


FIG. 3B

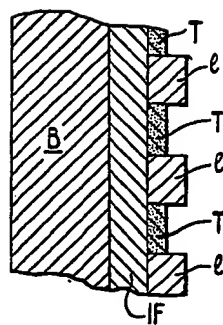


FIG. 4

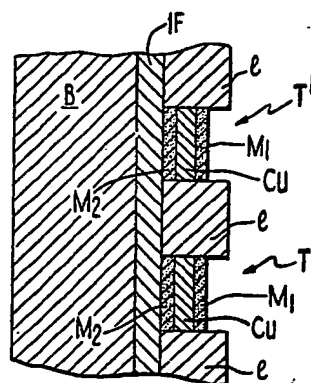


FIG. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)